

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-194540

(43)Date of publication of application : 19.07.2001

(51)Int.Cl. G02B 6/10
G02B 6/122

(21)Application number : 2000-002791 (71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH
CORP <NTT>

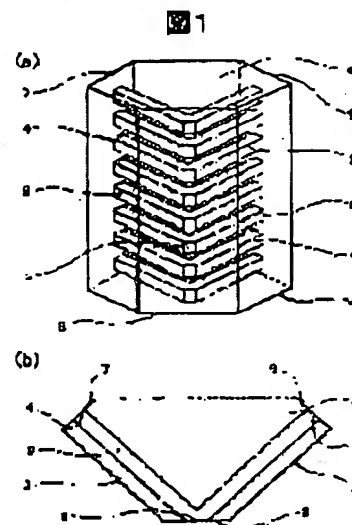
(22)Date of filing : 11.01.2000 (72)Inventor : TANI YUKO
KOIKE SHINJI
ARAI YOSHIMITSU
ANDO YASUHIRO

(54) OPTICAL PATH SWITCHING DEVICE AND ITS MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a multi-channel optical path switching device which is easily insertable to an arbitrary position in an optical wiring inside an equipment and which is small-sized and capable of optical path switching of high density, and also to obtain a multi-channel beam splitter
SOLUTION: This is an optical path or a multi-channel optical path switching device consisting of bend optical waveguides which have an entering end, an exiting end and a reflection area of light in the core of a three-dimensional optical waveguide and which deflects the propagating direction of light at a prescribed angle by utilizing reflection of the reflection area. The multi-channel optical path switching device is constituted of the plural bend optical waveguides having a roughly equal bend angle, with the entering end, the exiting end and the reflection area of light each laminated parallelly at prescribed spaces apart on an independent plane; and the cores of these waveguides, except the entering end, the exiting end and the reflection

area of light, are covered with a material whose refractive index is lower than that of the core. This optical path switching device is employed in the multi-channel beam splitter.



1. 光路スイッチング装置
2. コア層
3. クラッド層
4. 反射面
5. 反射角
6. 反射半径
7. 反射長さ
8. 反射幅
9. 反射高さ
10. 反射深さ

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 20.11.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

BEST AVAILABLE COPY

JP2001194540

Publication Title:

OPTICAL PATH SWITCHING DEVICE AND ITS MANUFACTURING METHOD

Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a multi-channel optical path switching device which is easily insertable to an arbitrary position in an optical wiring inside an equipment and which is small-sized and capable of optical path switching of high density, and also to obtain a multi-channel beam splitter.

SOLUTION: This is an optical path or a multi-channel optical path switching device consisting of bend optical waveguides which have an entering end, an exiting end and a reflection area of light in the core of a three-dimensional optical waveguide and which deflects the propagating direction of light at a prescribed angle by utilizing reflection of the reflection area. The multi-channel optical path switching device is constituted of the plural bend optical waveguides having a roughly equal bend angle, with the entering end, the exiting end and the reflection area of light each laminated parallelly at prescribed spaces apart on an independent plane; and the cores of these waveguides, except the entering end, the exiting end and the reflection area of light, are covered with a material whose refractive index is lower than that of the core. This optical path switching device is employed in the multi-channel beam splitter.

Data supplied from the esp@cenet database - <http://ep.espacenet.com>

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-194540
(P2001-194540A)

(43) 公開日 平成13年7月19日 (2001.7.19)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
G 0 2 B	6/10	G 0 2 B	Z 2 H 0 4 7
	6/122		A 2 H 0 5 0

審査請求 未請求 請求項の数27 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2000-2791 (P2000-2791)

(22) 出願日 平成12年1月11日 (2000.1.11)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社
東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 谷 祐子

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

(72) 発明者 小池 真司

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

(74) 代理人 100083552

弁理士 秋田 収喜

最終頁に続く

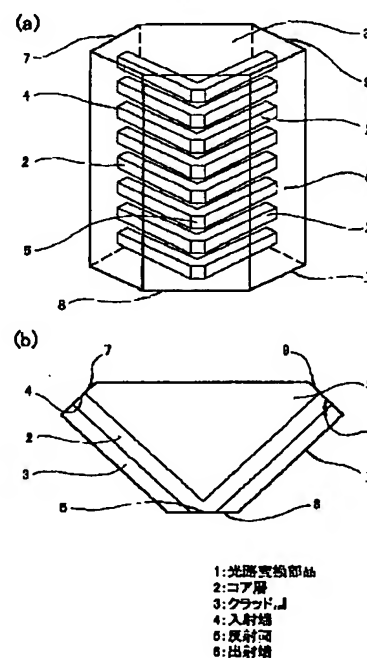
(54) 【発明の名称】 光路変換部品及びその作製方法

(57) 【要約】

【課題】 装置内光配線において、光配線の任意の位置に容易に挿入でき、かつ小型で高密度な光路変換が可能な多チャネル光路変換部品及び多チャネルビームスプリッタを得る。

【解決手段】 3次元光導波路のコアに、光の入射端、出射端及び反射面を有し、前記反射面における反射を利用して所定の角度に光の伝搬方向を偏向する曲がり光導波路からなる、光路変換部品又は多チャネル光路変換部品であって、前記多チャネル光路変換部品が、曲がり角の概ね等しい複数の前記曲がり光導波路により構成され、前記複数の曲がり光導波路は、その光の入射端、出射端及び反射面がそれぞれ独立の平面上に所定の間隔で並列に積層されており、かつ前記複数の曲がり光導波路のコアは、光の入射端、出射端及び反射面を除いて、コアより屈折率の低い物質で覆われている多チャネル光路変換部品である。また、これを用いた多チャネルビームスプリッタである。

図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも片端に傾斜端面を有し、かつ前記傾斜端面の傾斜角及び傾斜端面における光導波路コアのサイズ、配置等が概ね等しい一対の光導波路の、前記傾斜端面同士を対向させ、この傾斜端面における光導波路のコアが概ね一致するように前記傾斜端面同士を接続し、前記一対の光導波路が概ねV字型に固定され、前記V字型の光導波路の頂部を除去してコアを所定の位置まで露出させて反射面が設けられていることを特徴とする光路変換部品。

【請求項2】 3次元光導波路のコアに、光の入射端、出射端及び反射面を有し、前記反射面における反射を利用して所定の角度に光の伝搬方向を偏向する曲がり光導波路からなる多チャネル光路変換部品であって、前記多チャネル光部品が、曲がり角の概ね等しい複数の前記曲がり光導波路により構成され、前記複数の曲がり光導波路は、その光の入射端、出射端及び反射面がそれぞれ独立の平面上に所定の間隔で並列に積層されており、かつ前記複数の曲がり光導波路のコアは、光の入射端、出射端及び反射面を除いて、コアより屈折率の低い物質で覆っていることを特徴とする多チャネル光路変換部品。

【請求項3】 少なくとも片端に傾斜端面を有し、かつ前記傾斜端面の傾斜角及び傾斜端面における複数の光導波路コアのサイズ、配置等が概ね等しい一対の多チャネル光導波路の、前記傾斜端面同士を対向させ、この傾斜端面における光導波路のコアが概ね一致するように前記傾斜端面同士を接続し、前記一対の多チャネル光導波路を概ねV字型に固定し、前記V字型の多チャネル光導波路の頂部を除去してコアを所定の位置まで露出させて反射面を設けていることを特徴とする請求項2に記載の多チャネル光路変換部品。

【請求項4】 一対の多チャネル光導波路の傾斜端面におけるコアが概ね一致するように前記傾斜端面同士を接続し、前記多チャネル光導波路のコアと屈折率が概ね等しい液状の光学接着剤で接続部の間隙を充填して接着し、前記光学接着剤あるいは他の接着剤で残部が埋められていることを特徴とする請求項3に記載の多チャネル光路変換部品。

【請求項5】 一対の多チャネル光導波路の傾斜端面におけるコアが概ね一致するように前記傾斜端面同士を接続し、前記多チャネル光導波路のコアと屈折率が概ね等しい液状の光学接着剤で接続部の間隙を充填し、液晶ポリマー等の有機高分子材料又はガラス等の無機材料からなる、概ねV字型の断面形状を有する部材を前記一対の多チャネル光導波路間に挿入し、接着剤等を用いて多チャネル光導波路に固定したことを特徴とする請求項3又は4に記載の多チャネル光路変換部品。

【請求項6】 前記多チャネル光路変換部品の反射面に、金属あるいは誘電体多層膜をコーティングしたことを特徴とする請求項1乃至5のうちいずれか1項に記載

の光路変換部品。

【請求項7】 前記多チャネル光路変換部品と概ね等しい大きさのV字型の間隙を構成し、前記多チャネル光路変換部品を、前記傾斜端面のコアが一致するように位置合わせした一対の多チャネル光導波路間に挿入し、前記多チャネル光導波路のコアと屈折率が概ね等しい液状の光学接着剤で全ての間隙を充填して固定し、接続した前記多チャネル光導波路の頂部を除去して前記多チャネル光導波路のコアを所定の位置まで露出させて反射面を構成し、この反射面に金属あるいは誘電体多層膜をコーティングし、反射を利用して光の伝搬方向を偏向する多チャネルの曲がり光導波路の、光の入出射端をそれぞれ2次元的に並列させたことを特徴とする請求項6に記載の多チャネル光路変換部品。

【請求項8】 前記傾斜端面を有する多チャネル光導波路として、コアと平行な側面のうち少なくとも一方を基板に垂直な平面とした一対の多チャネル光導波路の、前記側面を位置合わせの基準面として用いることを特徴とする請求項2乃至7のうちいずれか1項に記載の多チャネル光路変換部品。

【請求項9】 前記光導波路として、石英などの無機材料、エポキシ系樹脂、ポリイミド、ポリメチルメタクリレートなどの有機高分子材料、これらの組合わせのうちいずれか1つから成る、埋込型の方角光導波路を用いたことを特徴とする請求項1乃至8のうちいずれか1項に記載の光路変換部品。

【請求項10】 前記光導波路として、石英系光ファイバ、ハードクラッド石英光ファイバ、プラスチック光ファイバのうちいずれか1つを用いたことを特徴とする請求項1乃至8のうちいずれか1項に記載の光路変換部品。

【請求項11】 3次元光導波路のコアに、光の入射端、出射端及び反射面を有し、前記反射面における反射を利用して所定の角度に光の伝搬方向を偏向する曲がり光導波路からなる多チャネル光路変換部品製作方法であって、少なくとも片端に傾斜端面を有し、かつ前記傾斜端面の傾斜角及び傾斜端面における複数の光導波路コアのサイズ、配置等が概ね等しい一対の光導波路を形成し、前記傾斜端面同士を対向させ、この傾斜端面における光導波路のコアが概ね一致するように前記傾斜端面同士を接続し、前記一対の光導波路を概ねV字型に固定し、前記V字型の多チャネル光導波路の頂部を除去してコアを所定の位置まで露出させて反射面を形成することを特徴とする光路変換部品製作方法。

【請求項12】 一対の多チャネル光導波路の傾斜端面におけるコアが概ね一致するように前記傾斜端面同士を位置合わせして接続し、前記多チャネル光導波路のコアと屈折率が概ね等しい液状の光学接着剤で接続部の間隙を充填して接着し、さらに前記光学接着剤あるいは他の接着剤で残部を埋めることを特徴とする請求項11に記載

載の多チャネル光路変換部品作製方法。

【請求項13】 一対の多チャネル光導波路の傾斜端面におけるコアが概ね一致するように前記傾斜端面同士を位置合わせして接続し、前記多チャネル光導波路のコアと屈折率が概ね等しい液状の光学接着剤で接続部の間隙を充填して接着し、さらに液晶ポリマー等の有機高分子材料又はガラス等の無機材料からなる、概ねV字型の断面形状を有する部材を前記一対の多チャネル光導波路間に挿入し、接着剤等を用いて多チャネル光導波路に固定することを特徴とする請求項12に記載の多チャネル光路変換部品作製方法。

【請求項14】 前記多チャネル光路変換部品の反射面に、金属あるいは誘電体多層膜をコーティングすることを特徴とする請求項12又は13に記載の多チャネル光路変換部品作製方法。

【請求項15】 前記多チャネル光路変換部品と概ね等しい大きさのV字型の間隙を構成し、前記多チャネル光路変換部品を、前記傾斜端面のコアが一致するように位置合わせした一対の多チャネル光導波路間に挿入し、前記多チャネル光導波路のコアと屈折率が概ね等しい液状の光学接着剤を用いて全ての間隙を充填して固定し、接続した前記多チャネル光導波路の頂部を除去して前記多チャネル光導波路のコアを所定の位置まで露出させて反射面を形成したのち、金属あるいは誘電体多層膜をコーティングして、この工程を少なくとも1回以上繰り返すことにより、反射を利用して光の伝搬方向を偏向する多チャネルの曲がり光導波路の、光の入出射端をそれぞれ2次的に並列させることを特徴とする請求項12乃至14のうちいずれか1項に記載の多チャネル光路変換部品作製方法。

【請求項16】 前記傾斜端面を有する多チャネル光導波路として、コアと平行な側面のうち少なくとも一方を基板に垂直な平面とした一対の多チャネル光導波路を用い、前記側面を基準面とすることにより、コアを横断する方向の位置合わせを概ね受動的に行うことを特徴とする請求項12乃至15のうちいずれか1項に記載の多チャネル光路変換部品作製方法。

【請求項17】 同一基板上に作製し、あるいは整列させて固定した多チャネル光導波路を、概ねV字型の断面形状を有する切削刃を用いてコアを横断する方向に切削することにより、傾斜端面におけるコアのサイズや間隔が概ね等しく、さらに位置や形状等が概ね左右対称である一対の多チャネル光導波路を作製し、これを請求項2に記載の一対の多チャネル光導波路として用いることを特徴とする請求項12乃至16のうちいずれか1項に記載の多チャネル光路変換部品作製方法。

【請求項18】 前記光導波路として、石英などの無機材料、エポキシ系樹脂、ポリイミド、ポリメチルメタクリレートなどの有機高分子材料、これらの組合わせのうちいずれか1つから成る、埋込型の方形光導波路を用い

ることを特徴とする請求項11乃至17のうちいずれか1項に記載の光路変換部品製作方法。

【請求項19】 前記光導波路として、石英系光ファイバ、ハードクラッド石英光ファイバ、プラスチック光ファイバのうちいずれか1つを用いることを特徴とする請求項11乃至17のうちいずれか1項に記載の光路変換部品製作方法。

【請求項20】 3次元光導波路のコアに、光の入射端、出射端及び反射面を有し、前記反射面における反射を利用して所定の角度に光の伝搬方向を偏向する曲がり光導波路からなる光路変換部品が、曲がり角の概ね等しい複数の前記曲がり光導波路により構成される光路変換部品を有する、3次元光導波路で構成されたビームスプリッタであって、前記曲がり光導波路で、反射面に所定の反射率及び透過率を有する金属膜あるいは誘電体多層膜を有するものに、透過光を伝搬するための別の3次元光導波路あるいは曲がり光導波路を接続した構造を有し、前記ビームスプリッタが光を入射あるいは出射するコア端面を除いて、コアより屈折率の低い物質で覆われていることを特徴とするビームスプリッタ。

【請求項21】 3次元光導波路のコアに、光の入射端、出射端及び反射面を有し、前記反射面における反射を利用して所定の角度に光の伝搬方向を偏向する曲がり光導波路からなる多チャネル光路変換部品が、曲がり角の概ね等しい複数の前記曲がり光導波路により構成される多チャネル光路変換部品を有する、3次元光導波路で構成された多チャネルのビームスプリッタであって、前記曲がり光導波路で、反射面に所定の反射率及び透過率を有する金属膜あるいは誘電体多層膜を有するものに、透過光を伝搬するための別の3次元光導波路あるいは曲がり光導波路を接続した構造を有し、前記多チャネルビームスプリッタが、複数の前記ビームスプリッタを光の入出射方向を揃えて積層した構造を有し、かつ前記複数のビームスプリッタが光を入射あるいは出射するコア端面を除いて、コアより屈折率の低い物質で覆われていることを特徴とする多チャネルビームスプリッタ。

【請求項22】 請求項2乃至10のうちいずれか1項に記載の多チャネル光路変換部品のうち、曲がり光導波路のなす角が概ね90°である部品の反射面に、所定の反射率及び透過率を得るよう、金属あるいは誘電体多層膜の膜厚を制御しながらコーティングしたのち、少なくとも片端に概ね45°の傾斜端面を有し、前記傾斜端面におけるコアの配列が前記多チャネル光路変換部品の反射面と概ね等しいもう一つの多チャネル光導波路を、前記傾斜端面におけるコアが前記多チャネル光路変換部品の反射面におけるコアと一致するように位置合わせして、その接続部の間隙を前記多チャネル光導波路あるいは多チャネル光路変換部品のコアと概ね等しい屈折率を有する液状の光学接着剤を用いて充填し固定することにより、小型かつ多チャネルの1×2ビームスプリッタを

得ることを特徴とする多チャネルビームスプリッタ作製方法。

【請求項23】 請求項2乃至10のうちいずれか1項に記載の多チャネル光路変換部品の反射面に、所定の反射率及び透過率を得るよう、金属あるいは誘電体多層膜の膜厚を制御しながらコーティングしたのち、反射面におけるコアの配列が前記多チャネル光路変換部品と概ね等しく、かつ反射面に金属あるいは誘電体多層膜のコーティングを施さないもう一つの請求項2乃至10のうちいずれか1項に記載の多チャネル光路変換部品を、それぞれの反射面におけるコアが一致するように位置合わせして、その接続部の間隙を前記多チャネル光導波路あるいは多チャネル光路変換部品のコアと概ね等しい屈折率を有する液状の光学接着剤を用いて充填し固定することにより、小型かつ多チャネルの2×2のビームスプリッタを得ることを特徴とする請求項22に記載の多チャネルビームスプリッタ作製方法。

【請求項24】 傾斜端面を有する多チャネル光導波路として、コアと平行な側面のうち少なくとも一方を基板に垂直な平面とした一対の多チャネル光導波路を用い、前記側面を基準面とすることにより、コアを横断する方向の位置合わせを概ね受動的に行うことを特徴とする請求項22又は23に記載の多チャネルビームスプリッタ作製方法。

【請求項25】 同一基板上に作製し、あるいは整列させて固定した多チャネル光導波路を、概ねV字型の断面形状を有する切削刃を用いてコアを横断する方向に切削することにより、傾斜端面におけるコアのサイズや間隔が概ね等しく、さらに位置や形状等が概ね左右対称である一対の多チャネル光導波路を作製し、これを請求項2に記載の一対の多チャネル光導波路として用いることを特徴とする請求項22乃至24のうちいずれか1項に記載の多チャネルビームスプリッタ作製方法。

【請求項26】 前記光導波路として、石英などの無機材料、エポキシ系樹脂、ポリイミド、ポリメチルメタクリレートなどの有機高分子材料、これらの組合わせのうちいずれか1つから成る、埋込型の方形光導波路を用いることを特徴とする請求項20乃至25のうちいずれか1項に記載のビームスプリッタ作製方法。

【請求項27】 前記光導波路として、石英系光ファイバ、ハードクラッド石英光ファイバ、プラスチック光ファイバのうちいずれか1つを用いることを特徴とする請求項20乃至25のうちいずれか1項に記載のビームスプリッタ作製方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光を利用して信号を伝送する交換装置、通信装置、及び情報処理装置等に用いられる光配線を高密度に配線するための、多チャネルの光路変換部品及びその作製方法に適用して有効な技

術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年の情報通信装置の発展に伴い、これらの装置内部における信号配線の容量不足が問題となりつつあり、これを解消するために装置内部への光配線の導入が検討され始めている。装置内部においては、装置間を接続する場合と異なり、高密度の光配線を限られたスペースに収容する必要があるため、例えば狭い間隔で並んだ光デバイス間の接続や、面型光素子と光配線との光結合、あるいは光配線のコーナリングを行うにあたり、光配線を急峻に曲げて光路を変換することが重要となる。光路変換に関する従来技術では、前記の用途に適合する代表的な例として以下の方法などが報告されている。

【0003】(1)柔軟性に富む高分子系の光ファイバを所定の間隔で複数並列させ、前記光ファイバの端面を面型光素子と対向させて光結合を行い、その先を半円柱状の部材に沿わせて90°に曲げる方法(A. Neyer et al, "Plastic-Optical-Fiber-Based Parallel Optical Interconnects", IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics, vol.5, No.2 pp.193-200, 1999, 参照)。図13は、前記(1)の方法を説明するための図であり、30はプラスチック光ファイバ、31は面型光素子、32は実装基板、33は半円柱状部材である。

【0004】(2)特開平10-300961号公報に代表されるように、多チャネル光導波路の一端に所定の傾斜角度を有する傾斜端面を形成して反射面とし、光路を概ね90°変換させて、例えば面型光素子等と光結合を行う方法。図14は、前記(2)の方法を説明するための図であり、34はコア層、35はクラッド層、36は傾斜端面、37は面発光レーザ、38はレーザ光である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記(1)の方法では、図13に示すように、高密度に並列した光配線を方向転換させる簡便な方法ではあるが、曲げ半径を一定値以上に小さくすると曲げ損失が急増する、曲げ半径を固定する半円柱状部材33の占める体積が余分に必要となる、前記部材を用いないと多チャネル光ファイバの曲げ半径が一定にならず損失等のばらつきが生じる恐れがある、という問題があった。

【0006】また、前記(2)の方法は、図14に示すように、小型かつ高密度の光路変換を実現する優れた方法であるが、反射面(傾斜端面)36から出射あるいは反射面に入射する光はコア層34に閉じ込められず空間を伝播するため、反射した光や入射する光のビーム径の広がり問題となる場合があり、また、光配線の途中に挿入することが難しいため、光配線のコーナリングなどの用途には適さない。

【0007】前記課題を解決するためには、光を閉じ込めたまま光路変換を行い、かつ光路変換を行うのに必要なスペースを最小限にすることが望ましい。図15に示すような、反射を利用して光の伝搬方向を偏向する曲がり光導波路（以下これを曲がり光導波路と称す）は、前記の条件を満たす有力な候補の一つである。しかしながら、コア層2を伝搬する光を反射させるには、一般に反射面5を空気層に露出させてコア層2と空気との屈折率差を利用するため、コア層2をクラッド層40で埋め込むことが難しく、多チャネル化を行うのが困難であった。

【0008】前記図15において、2は曲がり光導波路のコア層、4は入射端、5は反射面、6は出射端、39は基板、40はクラッド層である。

【0009】本発明の目的は、装置内光配線において、光配線の任意の位置に容易に挿入でき、かつ小型で高密度な光路変換が可能な多チャネル光路変換部品を提供することにある。

【0010】本発明の他の目的は、装置内光配線において、光配線の任意の位置に容易に挿入でき、かつ小型で高密度な光路変換が可能な多チャネルビームスプリッタを提供することにある。

【0011】本発明の他の目的は、光配線の任意の位置に容易に挿入でき、かつ小型で高密度な光路変換が可能な多チャネル光路変換部品及び多チャネルビームスプリッタを容易に製作することが可能な技術を提供することにある。

【0012】本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述及び添付図面によって明らかにする。

【0013】

【課題を解決するための手段】本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、以下のとおりである。

【0014】（1）少なくとも片端に傾斜端面を有し、かつ前記傾斜端面の傾斜角及び傾斜端面における光導波路コアのサイズ、配置等が概ね等しい一対の光導波路の、前記傾斜端面同士を対向させ、この傾斜端面における光導波路のコアが概ね一致するように前記傾斜端面同士を接続し、前記一対の光導波路が概ねV字型に固定され、前記V字型の光導波路の頂部を除去してコアを所定の位置まで露出させて反射面が設けられている光路変換部品である。

【0015】（2）3次元光導波路のコアに、光の入射端、出射端及び反射面を有し、前記反射面における反射を利用して所定の角度に光の伝搬方向を偏向する曲がり光導波路からなる多チャネル光路変換部品であって、前記多チャネル光部品が、曲がり角の概ね等しい複数の前記曲がり光導波路により構成され、前記複数の曲がり光導波路は、その光の入射端、出射端及び反射面がそれぞ

れ独立の平面上に所定の間隔で並列に積層されており、かつ前記複数の曲がり光導波路のコアは、光の入射端、出射端及び反射面を除いて、コアより屈折率の低い物質で覆っている多チャネル光路変換部品である。

【0016】（3）前記手段（2）の多チャネル光路変換部品において、少なくとも片端に傾斜端面を有し、かつ前記傾斜端面の傾斜角及び傾斜端面における複数の光導波路コアのサイズ、配置等が概ね等しい一対の多チャネル光導波路の、前記傾斜端面同士を対向させ、この傾斜端面における光導波路のコアが概ね一致するように前記傾斜端面同士を接続し、前記一対の多チャネル光導波路を概ねV字型に固定し、前記V字型の多チャネル光導波路の頂部を除去してコアを所定の位置まで露出させて反射面を設けている。

【0017】（4）前記手段（3）の多チャネル光路変換部品において、一対の多チャネル光導波路の傾斜端面におけるコアが概ね一致するように前記傾斜端面同士を接続し、前記多チャネル光導波路のコアと屈折率が概ね等しい液状の光学接着剤で接続部の間隙を充填して接着し、前記光学接着剤あるいは他の接着剤で残部が埋められている。

【0018】（5）前記手段（3）又は（4）の多チャネル光路変換部品において、一対の多チャネル光導波路の傾斜端面におけるコアが概ね一致するように前記傾斜端面同士を接続し、前記多チャネル光導波路のコアと屈折率が概ね等しい液状の光学接着剤で接続部の間隙を充填し、液晶ポリマー等の有機高分子材料又はガラス等の無機材料からなる、概ねV字型の断面形状を有する部材を前記一対の多チャネル光導波路間に挿入し、接着剤等を用いて多チャネル光導波路に固定した。

【0019】（6）前記手段（2）乃至（5）のうちいずれか1つの多チャネル光路変換部品において、前記多チャネル光路変換部品の反射面に、金属あるいは誘電体多層膜をコーティングしたものである。

【0020】（7）前記手段（6）の多チャネル光路変換部品において、前記多チャネル光路変換部品と概ね等しい大きさのV字型の間隙を構成し、前記多チャネル光路変換部品を、前記傾斜端面のコアが一致するように位置合わせした一対の多チャネル光導波路間に挿入し、前記多チャネル光導波路のコアと屈折率が概ね等しい液状の光学接着剤で全ての間隙を充填して固定し、接続した前記多チャネル光導波路の頂部を除去して前記多チャネル光導波路のコアを所定の位置まで露出させて反射面を構成し、この反射面に金属あるいは誘電体多層膜をコーティングし、反射を利用して光の伝搬方向を偏向する多チャネルの曲がり光導波路の、光の入射端をそれぞれ2次的に並列させたものである。

【0021】（8）前記手段（2）乃至（7）のうちいずれか1つの多チャネル光路変換部品において、前記傾斜端面を有する多チャネル光導波路として、コアと平行

な側面のうち少なくとも一方を基板に垂直な平面とした一対の多チャネル光導波路を用いたものである。

【0022】(9) 前記手段(1)乃至(8)のうちいずれか1つの光路変換部品において、前記光導波路として、石英などの無機材料、エポキシ系樹脂、ポリイミド、ポリメチルメタクリレートなどの有機高分子材料、これらの組合わせのうちいずれか1つから成る、埋込型の方形光導波路を用いたものである。

【0023】(10) 前記手段(1)乃至(8)のうちいずれか1つの光路変換部品において、前記光導波路として、石英系光ファイバ、ハードクラッド石英光ファイバ、プラスチック光ファイバのうちいずれか1つを用いたものである。

【0024】(11) 3次元光導波路のコアに、光の入射端、出射端及び反射面を有し、前記反射面における反射を利用して所定の角度に光の伝搬方向を偏向する曲がり光導波路からなる多チャネル光路変換部品製作方法であって、少なくとも片端に傾斜端面を有し、かつ前記傾斜端面の傾斜角及び傾斜端面における複数の光導波路コアのサイズ、配置等が概ね等しい一対の光導波路を形成し、前記傾斜端面同士を対向させ、この傾斜端面における光導波路のコアが概ね一致するように前記傾斜端面同士を接続し、前記一対の光導波路を概ねV字型に固定し、前記V字型の多チャネル光導波路の頂部を除去してコアを所定の位置まで露出させて反射面を形成する。

【0025】(12) 前記手段(11)の多チャネル光路変換部品製作方法において、一対の多チャネル光導波路の傾斜端面におけるコアが概ね一致するように前記傾斜端面同士を位置合わせして接続し、前記多チャネル光導波路のコアと屈折率が概ね等しい液状の光学接着剤で接続部の間隙を充填して接着し、さらに前記光学接着剤あるいは他の接着剤で残部を埋める。

【0026】(13) 前記手段(12)の多チャネル光路変換部品製作方法において、一対の多チャネル光導波路の傾斜端面におけるコアが概ね一致するように前記傾斜端面同士を位置合わせして接続し、前記多チャネル光導波路のコアと屈折率が概ね等しい液状の光学接着剤で接続部の間隙を充填して接着し、さらに液晶ポリマー等の有機高分子材料又はガラス等の無機材料からなる、概ねV字型の断面形状を有する部材を前記一対の多チャネル光導波路間に挿入し、接着剤等を用いて多チャネル光導波路に固定する。

【0027】(14) 前記手段(12)又は(13)の多チャネル光路変換部品製作方法において、前記多チャネル光路変換部品の反射面に、金属あるいは誘電体多層膜をコーティングする。

【0028】(15) 前記手段(12)乃至(14)のうちいずれか1つの多チャネル光路変換部品製作方法において、前記多チャネル光路変換部品と概ね等しい大きさのV字型の間隙を構成し、前記多チャネル光路変換部

品を、前記傾斜端面のコアが一致するように位置合わせした一対の多チャネル光導波路間に挿入し、前記多チャネル光導波路のコアと屈折率が概ね等しい液状の光学接着剤を用いて全ての間隙を充填して固定し、接続した前記多チャネル光導波路の頂部を除去して前記多チャネル光導波路のコアを所定の位置まで露出させて反射面を形成したのち、金属あるいは誘電体多層膜をコーティングして、この工程を少なくとも1回以上繰り返すことにより、反射を利用して光の伝搬方向を偏向する多チャネルの曲がり光導波路の、光の入出射端をそれぞれ2次元的に並列させる。

【0029】(16) 前記手段(12)乃至(15)のうちいずれか1つの多チャネル光路変換部品製作方法において、前記傾斜端面を有する多チャネル光導波路として、コアと平行な側面のうち少なくとも一方を基板に垂直な平面とした一対の多チャネル光導波路を用い、前記側面を基準面とすることにより、コアを横断する方向の位置合わせを概ね受動的に行う。

【0030】(17) 前記手段(12)乃至(16)のうちいずれか1つの多チャネル光路変換部品製作方法において、同一基板上に作製し、あるいは整列させて固定した多チャネル光導波路を、概ねV字型の断面形状を有する切削刃を用いてコアを横断する方向に切削することにより、傾斜端面におけるコアのサイズや間隔が概ね等しく、さらに位置や形状等が概ね左右対称である一対の多チャネル光導波路を作製し、これを請求項2に記載の一対の多チャネル光導波路として用いる。

【0031】(18) 前記手段(11)乃至(17)のうちいずれか1つの光路変換部品製作方法において、前記光導波路として、石英などの無機材料、エポキシ系樹脂、ポリイミド、ポリメチルメタクリレートなどの有機高分子材料、これらの組合わせのうちいずれか1つから成る、埋込型の方形光導波路を用いる。

【0032】(19) 前記手段(11)乃至(17)のうちいずれか1つの光路変換部品製作方法において、前記光導波路として、石英系光ファイバ、ハードクラッド石英光ファイバ、プラスチック光ファイバのうちいずれか1つを用いる。

【0033】(20) 3次元光導波路のコアに、光の入射端、出射端及び反射面を有し、前記反射面における反射を利用して所定の角度に光の伝搬方向を偏向する曲がり光導波路からなる光路変換部品が、曲がり角の概ね等しい複数の前記曲がり光導波路により構成される光路変換部品を有する、3次元光導波路で構成されたビームスプリッタであって、前記曲がり光導波路で、反射面に所定の反射率及び透過率を有する金属膜あるいは誘電体多層膜を有するものに、透過光を伝搬するための別の3次元光導波路あるいは曲がり光導波路を接続した構造を有し、前記ビームスプリッタが光を入射あるいは出射するコア端面を除いて、コアより屈折率の低い物質で覆われ

ている。

【0034】(21) 3次元光導波路のコアに、光の入射端、出射端及び反射面を有し、前記反射面における反射を利用して所定の角度に光の伝搬方向を偏向する曲がり光導波路からなる多チャネル光路変換部品が、曲がり角の概ね等しい複数の前記曲がり光導波路により構成される多チャネル光路変換部品を有する、3次元光導波路で構成された多チャネルのビームスプリッタであって、前記曲がり光導波路で、反射面に所定の反射率及び透過率を有する金属膜あるいは誘電体多層膜を有するものに、透過光を伝搬するための別の3次元光導波路あるいは曲がり光導波路を接続した構造を有し、前記多チャネルビームスプリッタが、複数の前記ビームスプリッタを光の入出射方向を揃えて積層した構造を有し、かつ前記複数のビームスプリッタが光を入射あるいは出射するコア端面を除いて、コアより屈折率の低い物質で覆われている。

【0035】(22) 前記手段(2)乃至(10)のうちいずれか1つの多チャネル光路変換部品のうち、曲がり光導波路のなす角が概ね 90° である部品の反射面に、所定の反射率及び透過率を得よう、金属あるいは誘電体多層膜の膜厚を制御しながらコーティングしたのち、少なくとも片端に概ね 45° の傾斜端面を有し、前記傾斜端面におけるコアの配列が前記多チャネル光路変換部品の反射面と概ね等しいもう一つの多チャネル光導波路を、前記傾斜端面におけるコアが前記多チャネル光路変換部品の反射面におけるコアと一致するように位置合わせして、その接続部の間隙を前記多チャネル光導波路あるいは多チャネル光路変換部品のコアと概ね等しい屈折率を有する液状の光学接着剤を用いて充填し固定することにより、小型かつ多チャネルの 1×2 ビームスプリッタを得る。

【0036】(23) 前記手段(2)乃至(10)のうちいずれか1つの多チャネル光路変換部品の反射面に、所定の反射率及び透過率を得よう、金属あるいは誘電体多層膜の膜厚を制御しながらコーティングしたのち、反射面におけるコアの配列が前記多チャネル光路変換部品と概ね等しく、かつ反射面に金属あるいは誘電体多層膜のコーティングを施さないもう一つの前記手段(2)乃至(10)のうちいずれか1つの多チャネル光路変換部品を、それぞれの反射面におけるコアが一致するように位置合わせして、その接続部の間隙を前記多チャネル光導波路あるいは多チャネル光路変換部品のコアと概ね等しい屈折率を有する液状の光学接着剤を用いて充填し固定することにより、小型かつ多チャネルの 2×2 のビームスプリッタを得る。

【0037】(24) 前記手段(22)又は(23)の多チャネルビームスプリッタ作製方法において、傾斜端面を有する多チャネル光導波路として、コアと平行な側面のうち少なくとも一方を基板に垂直な平面とした一対

の多チャネル光導波路を用い、前記側面を基準面とすることにより、コアを横断する方向の位置合わせを概ね自動的に行う。

【0038】(25) 前記手段(21)乃至(24)のうちいずれか1つ多チャネルビームスプリッタ作製方法において、同一基板上に作製し、あるいは整列させて固定した多チャネル光導波路を、概ねV字型の断面形状を有する切削刃を用いてコアを横断する方向に切削することにより、傾斜端面におけるコアのサイズや間隔が概ね等しく、さらに位置や形状等が概ね左右対称である一対の多チャネル光導波路を作製し、これを請求項2に記載の一対の多チャネル光導波路として用いる。

【0039】(26) 前記手段(20)乃至(25)のうちいずれか1つビームスプリッタ作製方法において、前記光導波路として、石英などの無機材料、エポキシ系樹脂、ポリイミド、ポリメチルメタクリレートなどの有機高分子材料、これらの組合わせのうちいずれか1つから成る、埋込型の方形光導波路を用いる。

【0040】(27) 前記手段(20)乃至(25)のうちいずれか1つビームスプリッタ作製方法において、前記光導波路として、石英系光ファイバ、ハードクラッド石英光ファイバ、プラスチック光ファイバのうちいずれか1つを用いる。

【0041】本発明のポイントは、前記曲がり光導波路を多チャネル化するために、あらかじめ平面上にコアを複数並列させた光導波路(多チャネル光導波路)を用いることを特徴とし、前記多チャネル光導波路の少なくとも一方の端部に所定の傾斜角を有する傾斜端部を設けたものを一対用意して前記傾斜端面同士を対向させ、傾斜端面におけるコアが概ね一致するように接続し、見かけ上コアがV字型に折れ曲がった状態として多チャネル光導波路を固定したのちに、前記V字型の多チャネル光導波路の頂部を所定の位置まで除去して複数のコアを一括して空気層に露出させ、反射面とすることにより、図1に示すような複数の曲がり光導波路を積層し、かつコアの反射面のみを空気層に露出させた構造を得ることである。

【0042】なお、前記光路変換機能を有する光導波路としては、方形の埋込型光導波路と光ファイバ型光導波路とがある。以下、本発明で単に光導波路と記した場合は、これら方形の埋込型光導波路と光ファイバ型光導波路とを含むものとし、それぞれを特に示す場合は、一方を埋込型光導波路、他方を光ファイバと称する。

【0043】以上説明したように、本発明による多チャネル光路変換部品及び多チャネル光路変換部品作製方法を用いると、簡易な工程により曲がり光導波路を積層して多チャネル化することができる。

【0044】また、基板上にエッチング、パターンニング、リソグラフィ等により作製するか、あるいは位置決め溝等を有する基板に整列させて固定した、傾斜端面を

有する多チャネル光導波路を、コアと平行する方向に切り出して基板に垂直かつ平坦な側面を形成するか、あるいは予めコアと平行する方向に切り出した基板に前記傾斜端面を有する多チャネル光導波路を作製することにより、前記基板に垂直な側面を基準面として、コアを横断する方向の位置合わせを精度よくかつ受動的に行うことができる。

【0045】さらに、同一基板上にエッチング、パターンニング、リソグラフィ等により作製し、あるいは位置決め溝等を有する基板に整列させて固定した傾斜端面を有する多チャネル光導波路を、例えば、所定の角度を有する概ねV字型の断面形状を有する切削刃を用いてコアを横断する方向に切削するなどの手段を用いて（特開平10-300961号公報、参照）その途中に左右対称の一对の傾斜端面を形成し、前記左右対称の多チャネル光導波路を用いて前記光路変換部品を作製することにより、傾斜端面におけるコアのサイズや形状、コアの間隔、基板裏面からコアまでの厚み等が概ね一致し、これらのばらつきが無視できるようになる。

【0046】また、積層した曲がり光導波路のコアについて、反射面のみを空气中に露出させ、それ以外の部分をコアより屈折率の低いクラッドに埋め込むことができるため、反射面に金属あるいは誘電体多層膜をコーティングすることが可能となる。

【0047】これにより、例えば、前記多チャネル光路変換部品をコネクタ等の筐体に封止したりボード等に埋め込むことが可能となり、実装の自由度を広げることができる。

【0048】さらに、反射面にコーティングする金属あるいは誘電体多層膜の膜厚を注意深く制御することにより、反射面に任意の反射率及び透過率を付与することが可能となるため、反射面に所定の膜厚のコーティングを施した多チャネル光路変換部品に、コーティングを施さないもう一つの多チャネル光路変換部品、あるいは傾斜端面を有する多チャネル光導波路を接続すれば、光バス等に応用可能な小型の1×2あるいは2×2ビームスプリッタを作製することができる。

【0049】以上の説明からわかるように、本発明による光路変換部品の作製方法を用いると、高密度な多チャネル光路変換部品ならびに多チャネルビームスプリッタを容易に作製することができる。

【0050】以下、本発明について、図面を参照して実施の形態（実施例）とともに詳細に説明する。

【0051】なお、実施例を説明するための全図において、同一機能を有するものは、同一符号をつけ、その繰り返しの説明は省略する。

【0052】

【発明の実施の形態】（実施例1）本発明による実施例1の多チャネル光路変換部品は、反射を利用して所定の角度に光の伝搬方向を変更する、3次元光導波路からな

る曲がり光導波路を、その光の入射端、出射端及び反射面を除いてコアより屈折率の低いクラッドで埋め込み、これを積層する方向に多チャネル化した光路変換部品である。図1は、本実施例1の多チャネル光路変換部品の概略構成を示す図であり、図1（a）は、多チャネル光路変換部品の斜視図、図1（b）は、多チャネル光路変換部品を上から見た上平面図である。

【0053】図1（a）及び図1（b）に示すように、本実施例1の多チャネル光路変換部品1は、例えば、90°に折れ曲がった前記曲がり光導波路のコア層2を、クラッド層3を挟んで一定の間隔を置いて8チャネル積層させることにより、それぞれの入射端4、反射面5、出射端6をそれぞれ独立の平面7、8、9に8個ずつ並列させた光路変換部品である。

【0054】前記多チャネル光路変換部品1において、入射端4に入射した光は、反射面5において空気層とコア層2の屈折率差によりほぼ全反射されてその伝搬方向を90°偏向し、出射端6から出射される。

【0055】従って、入射端4が並列した平面7と出射端6が並列した平面9に例えば8チャネルの光ファイバアレイを接続すれば、前記光ファイバアレイ間で90°の光路変換をコンパクトに行うことが可能となる。

【0056】なお、本実施例1では主に90°の光路変換を取り上げたが、本実施例1の内容を逸脱しない範囲であれば、光路変換の角度は任意で構わない。また、チャネル数として8チャネルの例を取り上げたが、本実施例1の内容を逸脱しない範囲であれば、チャネル数は任意で構わず、さらに、隣り合う曲がり光導波路の間隔は必ずしも等間隔でなくても構わない。また、光路変換は光ファイバ同士だけでなく、光導波路、光素子、あるいはそれらの任意の組み合わせの間で行っても構わない。

【0057】（実施例2）図2は、本発明による実施例2の光路変換部品の作製方法の例を示し、（a）、（b）、（c）、（d）は、本実施例2の光路変換部品の作製方法における各工程時の構成を示す模式図である。

【0058】本実施例2の光路変換部品の作製方法は、図2（a）に示すように、片端に傾斜角45°の斜め研磨面（傾斜端面）10を有する、コア径50μm、クラッド径125μmの短尺の石英系マルチモード光ファイバ11を16本用意し、250μm間隔で8本のV溝を有する2つのガラスブロック12に、斜め研磨面10の先端がガラスブロック12より一定量突き出し、かつ研磨面が上を向くようにそれぞれ整列させ、接着剤13を用いて前記マルチモード光ファイバ11とガラスブロック12を固定する。次に、図2（b）に示すように、前記ガラスブロック12を、光ファイバの斜め研磨面10A、10B同士が向き合うように対向させ、前記研磨面における光ファイバのコア層14A、14B同士が一致するようにガラスブロック12をそれぞれ45°ずつ傾

けてV字型に接続する。

【0059】次に、図2(c)に示すように、ガラスブロック間及び光ファイバ接続部にコア層14と等しい屈折率を有する液状の紫外線硬化型（以下、UV硬化型と称す）光学接着剤15を滴下し、紫外線を照射して硬化させ固定する。

【0060】続いて、前記V字型に固定した光ファイバの接続部の先端部16を水平に研磨して除去し、図2(d)に示すように、接続部における光ファイバのコア層14を露出させて反射面5を一括形成し、図1に示すような8チャンネルの多チャンネル光路変換部品1を作製した。

【0061】作製した多チャンネル光路変換部品1の光の入射端4から波長1300nmのレーザ光を入射し、出射端6における光強度を測定することにより反射面5の反射効率を測定したところ、8チャンネルの平均で90%であった。また、光路の変換角度は90°であった。

【0062】なお、本実施例2では主に8チャンネルの光導波路を用いた90°の光路変換を取り上げたが、本実施例2の内容を逸脱しない範囲であれば、光路変換の角度及び光導波路の本数は任意で構わない。また、光導波路として基板上に整列させた光ファイバの一例を取り上げたが、基板上に作製した埋込型光導波路等を用いてもよいことは言うまでもない。

【0063】また、光導波路の材料としては、石英系の材料を一例に取り上げたが、本実施例2の内容を逸脱しない範囲で、ガラス等の無機材料から高分子系光学材料まで、任意の材料を組み合わせても構わない。さらに、基板としてはガラス基板の他に、例えば、シリコン基板等を用いてもよいことは言うまでもない。なお、光導波路を整列させる方法としてV溝を取り上げたが、光導波路を整列させる機能を有する構造であれば矩形の溝やブロック間、あるいは丸穴のキャピラリー等に整列させても構わない。

【0064】（実施例3）図3は、本発明による実施例3の光路変換部品の作製方法の例を示し、(a)、(b)、(c)、(d)、(e)は、本実施例3の光路変換部品の作製方法における各工程時の構成を示す模式図である。

【0065】本実施例3の光路変換部品の作製方法は、図3(a)に示すように、シリコン基板18上に膜厚3μmの水溶性の樹脂層19を挟んで作製された、UV硬化型のエポキシ系樹脂を材料とした下部クラッド20、コア層21、及び上部クラッド22からなる埋込型の直線光導波路の片端を、傾斜角が45°となるように研磨した8チャンネルの光導波路を2つ用意した。前記光導波路のコア層21の屈折率は1.527、上部及び下部クラッド20、22の屈折率はいずれも1.510である。また、前記一対の多チャンネル光導波路17A、17Bの傾斜端面23A、23Bにおいて、コア層21の断

面形状はいずれも幅40μm、高さ56μmの矩形であり、コア間隔は250μmである。

【0066】続いて、図3(b)に示すように、前記一対の多チャンネル光導波路の45°傾斜端面23A、23Bを対向させ、傾斜端面におけるコア層21A、21Bが互いに一致するようにV字型に接続し、図3(c)に示すように、コア層21と屈折率の等しい液状のUV硬化型光学接着剤15をV字型の隙間に充填して紫外線を照射し、前記一対の多チャンネル光導波路17A、17BをV字型に固定する。

【0067】次に、図3(d)に示すように、これを温水中に40分間浸けて水溶性の樹脂層19を溶解させ、シリコン基板18を剥離する。

【0068】その後、前記V字型の多チャンネル光導波路における接続部分の先端部16を水平に研磨して除去し、図3(e)に示すように、反射面5を一括形成し、図1に示すような多チャンネル光路変換部品1を作製した。

【0069】作製した多チャンネル光路変換部品1の光の入射端4から波長850nmのレーザ光を入射し、出射端6における光強度を測定することにより反射面5の反射効率を測定したところ、8チャンネルの平均で90%であった。また、光路の変換角度は90°であった。

【0070】なお、本実施例3では、主に8チャンネルの光導波路を用いた90°の光路変換を取り上げたが、本実施例3の内容を逸脱しない範囲であれば、光路変換の角度、及び光導波路の本数は任意で構わない。また、光導波路として基板上に整列させた埋込型光導波路の一例を取り上げたが、光ファイバを用いてもよいことは言うまでもない。また、光導波路の材料としては、UV硬化型エポキシ系樹脂を一例に取り上げたが、本実施例3の内容を逸脱しない範囲で、ガラス等の無機材料から高分子系光学材料まで、任意の材料を組み合わせても構わない。さらに、基板としてはシリコン基板の他に、ガラス基板などを用いてもよいことは言うまでもない。また、多チャンネル光導波路間を充填する液状の光学接着剤としてUV硬化型エポキシ系樹脂を取り上げたが、本実施例3の内容を逸脱しない範囲であれば、熱硬化型の光学接着剤などを用いてもよく、また一対の傾斜端面の接続部分が前記樹脂で保護されていれば、本実施例3の内容を逸脱しない範囲で、光学接着剤以外の他の接着剤を用いてもよいことは言うまでもない。

【0071】なお、基板は光導波路の研磨に影響を与えなければ、光導波路から剥離しなくてもよく、また剥離する必要がある場合には、基板と光導波路を剥離させるための犠牲層として、水溶性樹脂以外に、希塩酸によって容易に溶解する銅薄膜等を用いても構わない。

【0072】（実施例4）図4は、本発明による実施例4の光路変換部品の作製方法の例を示し、(a)、(b)、(c)、(d)は、本実施例4の光路変換部品

の作製方法における各工程時の構成を示す模式図である。

【0073】本実施例4の光路変換部品の作製方法は、まず、前記実施例3と同様に、シリコン基板18上に膜厚 $3\mu\text{m}$ の水溶性の樹脂層19を挟んで作製された、UV硬化型のエポキシ系樹脂を材料とした下部クラッド20、コア層21、及び上部クラッド22からなる埋込型の直線光導波路の片端を、傾斜角が 45° となるように研磨した8チャネルの光導波路を2つ用意した。前記光導波路のコア層の屈折率は1.527、上部及び下部クラッド20、22の屈折率はいずれも1.510である。また、前記一对の多チャネル光導波路17A、17Bの傾斜端面23A、23Bにおいて、コア層21の断面形状はいずれも幅 $40\mu\text{m}$ 、高さ $56\mu\text{m}$ の矩形であり、コア間隔は $250\mu\text{m}$ である。

【0074】続いて、図4(a)に示すように、前記一对の多チャネル光導波路の 45° 傾斜端面23A、23Bを対向させ、傾斜端面におけるコアが互いに一致するようにV字型に接続し、コアと屈折率の等しい液状のUV硬化型光学接着剤15をV字型の隙間に充填して紫外線照射により固定したのち、図4(b)に示すように、前記V字型に接続した多チャネル光導波路の隙間より一回り小さいガラスブロック24を挿入し、残りの隙間にUV硬化型光学接着剤15を充填して硬化させ、前記一对の多チャネル光導波路をV字型に固定する。

【0075】次に、図4(c)に示すように、これを温水中に40分間浸けて水溶性の樹脂層19を溶解させ、シリコン基板18を剥離する。

【0076】その後、前記V字型の多チャネル光導波路における接続部分の先端部16を水平に研磨して除去し、図4(d)に示すように、反射面5を一括形成し、図1に示すような多チャネル光路変換部品1を作製した。

【0077】作製した多チャネル光路変換部品1の光の入射端4から波長 850nm のレーザ光を入射し、出射端6における光強度を測定することにより反射面5の反射効率を測定したところ、8チャネルの平均で90%であった。また、光路の変換角度は 90° であった。

【0078】なお、本実施例4では、主に8チャネルの光導波路を用いた 90° の光路変換を取り上げたが、本実施例4の内容を逸脱しない範囲であれば、光路変換の角度、及び光導波路の本数は任意で構わない。また、V字型に固定した多チャネル光導波路間に挿入する部材の形状は、本実施例4の内容を逸脱しない範囲で任意の形状で差し支えなく、部材の材料は、ガラスの他、液晶ポリマーなど熱による体積変化が小さい材料であれば望ましいが、それに限定するものではない。さらに、前記部材と多チャネル光導波路を固定する接着剤としては、UV硬化型接着剤の他、必要に応じて熱硬化型接着剤等を用いてもよいことは言うまでもない。

【0079】なお、光導波路として埋込型光導波路の一例を取り上げたが、光ファイバを用いてもよいことは言うまでもない。また、光導波路の材料としては、UV硬化型エポキシ系樹脂を一例に取り上げたが、本実施例4の内容を逸脱しない範囲で、ガラス等の無機材料から高分子系光学材料まで、任意の材料を組み合わせても構わない。さらに、基板としてはシリコン基板の他に、ガラス基板などを用いてもよいことは言うまでもない。なお、基板は光導波路の研磨に影響を与えなければ、光導波路から剥離しなくてもよく、また、剥離する必要がある場合には、基板と光導波路を剥離させるための犠牲層として、水溶性樹脂以外に、希塩酸によって容易に溶解する銅薄膜等を用いても構わない。

【0080】(実施例5)本発明による実施例5の多チャネル光路変換部品について以下に説明する。図5は、本実施例5の多チャネル光路変換部品の概略構成を示す図であり、図5(a)は、多チャネル光路変換部品の斜視図、図5(b)は、多チャネル光路変換部品を上から見た上平面図である。

【0081】本実施例5の多チャネル光路変換部品は、前記実施例3と同様の方法で作製した8チャネルの光路変換部品の反射面5に、金薄膜25を 300nm の膜厚となるよう均一に真空蒸着した。しかる後、前記多チャネル光路変換部品の反射面5の反射効率を測定したところ、8チャネルの平均で96%となった。

【0082】なお、本実施例5では、反射面にコーティングする材料として金を用いたが、用いる波長等に応じて銀、アルミニウム、銅等の金属、あるいは誘電体多層膜等を用いてよいことは言うまでもなく、また、膜厚も必要に応じて変更して構わない。さらに、前記薄膜をコーティングした上に、保護層として樹脂等のコーティングを施しても構わない。また、前記金属等をコーティングする方法として、真空蒸着の他にイオンビームスパッタやメッキ等の技術を適用してもよい。

【0083】(実施例6)本発明による実施例6の多チャネル光路変換部品について以下に説明する。図6は、本実施例6の多チャネル光路変換部品の概略構成を示す図であり、図6(a)は、多チャネル光路変換部品の斜視図、図6(b)は、多チャネル光路変換部品を上から見た上平面図である。図7は、本実施例6の多チャネル光路変換部品の製作方法における各工程時の概略構成例を示す図である。

【0084】本実施例6の多チャネル光路変換部品は、前記実施例3の方法と同様に作製し、かつ入射端4から反射面5までの光導波路コアの長さが概ね 3mm である8チャネルの光路変換部品1Aの反射面5が並列した平面8に、前記実施例5と同様に金薄膜25Aを 300nm の膜厚となるように蒸着した。

【0085】これを、図7(a)に示すように、前記実施例3と同様に準備した幅 3mm 、長さ 3.1mm の一

対の8チャネル光導波路17A、17Bで、傾斜端面同士を位置合わせしてV字型に接続したものの間に挿入し、顕微鏡で観察しながら前記多チャネル光路変換部品1Aと前記一对の多チャネル光導波路17A、17Bの間で、コアの1チャネル目から8チャネル目までがそれぞれ揃うように位置合わせをし、図7(b)に示すように、コアと屈折率の等しい液状のUV硬化型光学接着剤15で全ての間隙を充填して紫外線を側方から照射することにより、前記多チャネル光路変換部品1及び前記一对の多チャネル光導波路17A、17Bを固定した。

【0086】続いて、図7(c)に示すように、温水中に40分間浸けて水溶性の樹脂層19を溶解させ、シリコン基板18を剥離した。その後、前記実施例3と同様に、前記V字型の多チャネル光導波路における接続部分の先端部16を水平に研磨して除去し、反射面5を一括形成して金薄膜25Bを300nmの膜厚となるように蒸着することにより、図6に示すように、光の入射端4、出射端6がそれぞれ8心×2列の、2次元的に並列した多チャネル光路変換部品1を作製した。

【0087】作製した多チャネル光路変換部品1の反射面の反射効率ならびに光路変換角を測定したところ、それぞれ96%、90°となった。なお、光の入射端4、及び出射端6の、列の上下におけるコアの相対的な位置ずれは±2μmであった。

【0088】なお、本実施例では8心×2列の入出射端を有した90°の光路変換を取り上げたが、本実施例6の内容を逸脱しない範囲であれば、光路変換の角度、及び光導波路の本数等は任意で構わない。また、光導波路として埋込型光導波路の一例を取り上げたが、光ファイバを用いてもよいことは言うまでもない。また、光導波路の材料としては、UV硬化型エポキシ系樹脂を一例に取り上げたが、本実施例6の内容を逸脱しない範囲で、ガラス等の無機材料から高分子系光学材料まで、任意の材料を組み合わせても構わない。さらに、基板としてはシリコン基板の他に、ガラス基板などを用いてもよいことはいふまでもない。

【0089】また、基板は光導波路の研磨に影響を与えなければ、光導波路から剥離しなくてもよく、また剥離する必要がある場合には、基板と光導波路を剥離させるための犠牲層として、水溶性樹脂以外に、希塩酸によって容易に溶解する銅薄膜等を用いても構わない。また、本実施例6では、反射面にコーティングする材料として金を用いたが、用いる波長等に応じて銀、アルミニウム、銅等の金属、あるいは誘電体多層膜等を用いても構わず、また膜厚も必要に応じて変更して構わない。さらに、前記薄膜をコーティングした上に、保護層として樹脂等のコーティングを施しても構わない。また、前記金属等をコーティングする方法として、真空蒸着の他にイオンビームスパッタやメッキ等の技術を適用してもよい。

【0090】(実施例7)図8は、本発明による実施例7の多チャネルビームスプリッタの概略構成を示す図であり、図8(a)は、多チャネルビームスプリッタの斜視図、図8(b)は、多チャネルビームスプリッタの作用を説明するための図である。

【0091】本実施例7の多チャネルビームスプリッタは、図8(a)及び図8(b)に示すように、3次元光導波路からなるビームスプリッタで、前記図1に記載の曲がり光導波路の反射面5に膜厚を制御した金薄膜25をコーティングして所望の反射率及び透過率を付与し、さらに透過光を伝搬するための別の3次元光導波路あるいは曲がり導波路を接続して1×2あるいは2×2のビームスプリッタとしたものを、その光の入出射方向を描いて積層した多チャネルビームスプリッタである。

【0092】本実施例7の多チャネルビームスプリッタは、例えば、反射光の伝搬方向を90°偏向させ、また透過光は直進させる1×2のビームスプリッタを、その光の入出射端を除いてクラッドに埋め込み、これを一定の間隔をおいて8チャネル積層した例である。

【0093】該ビームスプリッタにおいて、入射端4に入射した光は、反射面5において、その反射率が50%となるよう金薄膜25の膜厚を設定した場合、反射光と透過光に概ね1対1の割合で分岐され、それぞれの出射端6、27から出射される。

【0094】従って、入射端4、反射光の出射端6、透過光の出射端27に例えばそれぞれ8チャネルの光ファイバアレイを接続すれば、上記の光分岐を8チャネル同時に行うことができる。また、反射面5にコーティングする金薄膜25の膜厚を注意深く制御することにより、反射率を任意に変化させることも可能である。

【0095】なお、本実施例7では、主に1×2のビームスプリッタを取り上げたが、本実施例7の内容を逸脱しない範囲であれば、2×2のビームスプリッタでも構わない。また、反射光の反射角として90°の例を取り上げたが、本実施例7の内容を逸脱しない範囲であれば任意で構わない。また、チャネル数として8チャネルの例を取り上げたが、本実施例7の内容を逸脱しない範囲であれば、チャネル数は任意で構わず、さらに、隣り合うビームスプリッタの間隔は必ずしも等間隔でなくても構わない。また、光の分岐比は、本実施例7の内容を逸脱しない範囲であれば、任意に設定して構わないことは言うまでもない。また、本実施例7のビームスプリッタに接続する光部品として光ファイバを一例に示したが、光導波路、光素子、あるいはこれらの任意の組合せを用いても差し支えない。

【0096】なお、本実施例7では、反射面にコーティングする材料として金を用いたが、用いる波長等に応じて銀、アルミニウム、銅等の金属、あるいは誘電体多層膜等を用いてもよいことは言うまでもなく、また、膜厚も必要に応じて変更して構わない。さらに、前記薄膜をコ

ーティングした上に、保護層として樹脂等のコーティングを施しても構わない。

【0097】(実施例8) 図9は、本実施例8の多チャネル光路変換部品及びビームスプリッタの製作方法における各工程時の概略構成例を示す図である。

【0098】本実施例8の多チャネル光路変換部品は、まず、図9(a)に示すように、前記実施例3と同様に作製した、一辺が3mmの8心の多チャネル光路変換部品1の反射面5に、金薄膜25を100nmの膜厚で蒸着して反射率を概ね50%としたのち、片端に45°の傾斜端面23を有し、かつ前記多チャネル光路変換部品1とコアの配列等が一致する幅3mm、長さ3mmの多チャネル光導波路17を実施例3と同様に準備して、図9(b)に示すように、前記傾斜端面23におけるコア層21を前記多チャネル光路変換部品の反射面5におけるコア層2と一致させるため、多チャネル光路変換部品1のコア層2に可視光を入射し、多チャネル光導波路17のコア層21に光が入る位置を目安として位置合わせを行った。

【0099】続いて、図9(c)に示すように、コアと屈折率の等しい液状のUV硬化型光学接着剤15で全ての隙間を充填して紫外線を照射し、前記多チャネル光路変換部品1と多チャネル光導波路17を固定した。

【0100】これを温水中に40分間浸けて水溶性の樹脂層19を溶解させ、多チャネル光導波路17側に付着していたシリコン基板18を剥離して、多チャネルビームスプリッタ(8心の1×2ビームスプリッタ)26を作製した。

【0101】作製した多チャネルビームスプリッタの光分岐比を測定したところ、反射光と透過光の比は概ね1対1となった。

【0102】なお、本実施例8では8心の光導波路を用いた1×2のビームスプリッタを取り上げたが、本実施例8の内容を逸脱しない範囲であれば、光導波路の本数等は任意で構わない。また、基板は、取扱う上で支障なければ光導波路から剥離しなくてもよく、また剥離する必要がある場合には、基板と光導波路を剥離させるための犠牲層として、水溶性樹脂以外に、希塩酸によって容易に溶解する銅薄膜等を用いても構わない。さらに、基板としてはシリコン基板の他に、ガラス基板などを用いてもよいことはいふまでもない。

【0103】なお、本実施例8では、反射面にコーティングする材料として金を用いたが、用いる波長等に応じて銀、アルミニウム、銅等の金属、あるいは誘電体多層膜等を用いてもよいことはいふまでもなく、また膜厚についても、制御が行える範囲内で任意に設定して構わない。さらに、上記薄膜をコーティングした上に、保護層として樹脂等のコーティングを施しても構わない。また、前記金属等をコーティングする方法として、真空蒸着の他にイオンビームスパッタやメッキ等の技術を適用

してもよい。

【0104】(実施例9) 図10は、本実施例9の多チャネル光路変換部品及びビームスプリッタの製作方法における各工程時の概略構成例を示す図である。

【0105】本実施例9の多チャネル光路変換部品は、まず、図10(a)に示すように、前記実施例3と同様に作製した、一辺が3mmの8心の多チャネル光路変換部品1A、1Bを2つ用意し、一方の多チャネル光路変換部品1Aの反射面5Aに金薄膜25を100nmの厚みに蒸着して反射率を概ね50%としたのち、もう一方の多チャネル光路変換部品1Bの反射面5Bを、それぞれの反射面が一致するよう向かい合わせ、どちらか一方の多チャネル光路変換部品のコアに可視光を入射し、他方の多チャネル光路変換部品のコアに光が入る位置を目安として位置合わせを行う。

【0106】続いて、図10(b)に示すように、コアと屈折率の等しい液状のUV硬化型光学接着剤15を用いて前記反射面の接続部及びその周辺部を固定し、8心の2×2ビームスプリッタ26を作製した。

【0107】作製した多チャネルビームスプリッタの光分岐比を測定したところ、4つの光導波路コア端面のどれに光を入射しても、出射する反射光と透過光の比は概ね1対1となった。

【0108】なお、本実施例9では、それぞれ8心の光導波路コアが並列した2×2のビームスプリッタを取り上げたが、本実施例9の内容を逸脱しない範囲であれば、光導波路の分岐角、及び光導波路の本数等は任意で構わない。

【0109】また、本実施例9では、反射面にコーティングする材料として金を用いたが、用いる波長等に応じて、銀、アルミニウム、銅等の金属、あるいは誘電体多層膜を用いてもよいことはいふまでもなく、また、膜厚についても、制御が行える範囲内で任意に設定して構わない。さらに、前記薄膜をコーティングした上に、保護層として樹脂等のコーティングを施しても構わない。また、前記金属等をコーティングする方法として、真空蒸着の他にイオンビームスパッタやメッキ等の技術を適用してもよい。

【0110】(実施例10) 本発明による実施例10は、本発明の多チャネル光路変換部品作製方法及び多チャネルビームスプリッタ作製方法のうち、多チャネル光路変換部品を作製する例について示すものである。

【0111】図11は、本実施例10の多チャネル光路変換部品の製作方法における各工程時の概略構成例を示す図である。

【0112】本実施例10の多チャネル光路変換部品は、まず、図11(a)に示すように、シリコン基板18上に膜厚3μmの水溶性の樹脂層19を挟んで作製された、UV硬化型のエポキシ系樹脂を材料とした下部クラッド20、コア層21、及び上部クラッド22からな

る埋込型の8チャネルの直線光導波路を、幅3mm、長さ6mmに切り出して基板に垂直な側壁を作製した。前記光導波路のコア層21の屈折率は1.527、上部及び下部クラッド20、22の屈折率はいずれも1.510である。また、8チャネルのコア層21の断面形状はいずれも幅40 μ m、高さ40 μ mの矩形であり、コア間隔は250 μ mである。

【0113】次に、図11(b)に示すように、前記直線光導波路の中央をコアを横断する方向に分断し、続けて図11(c)に示すように、それぞれの多チャネル光導波路の分断された断面を傾斜角が45°となるよう研磨して傾斜端面23A、23Bを作製し、片端に45°の傾斜端面を有する、幅3mm、長さ3mmの一对の多チャネル光導波路17A、17Bを作製する。これにより、該傾斜端面23A、23Bにおいて、コアと平行な側壁からコアまでの間隔は左右対称となった。

【0114】続いて、図11(d)に示すように、作製した一对の多チャネル光導波路の45°傾斜端面23A、23Bを向かい合わせ、該一对の多チャネル光導波路のコアと平行な側面を、平坦な部材に押し当てて揃え、傾斜端面におけるコア層21A、21Bのコアを横断する方向の位置合わせを概ね受動的に行い、引き続き高さ方向にコアを位置合わせしてV字型に接続する。

【0115】引き続き、図11(e)に示すように、コアと屈折率の等しい液状のUV硬化型光学接着剤15をV字型の空隙に充填して紫外光を照射し、該一对の多チャネル光導波路17A、17BをV字型に固定する。

【0116】次に、図11(f)に示すように、これを温水中に40分間浸けて水溶性の樹脂層19を溶解させ、シリコン基板18を剥離する。

【0117】その後、前記V字型の多チャネル光導波路における接続部分の先端部16を水平に研磨して除去し、反射面5を一括して形成し、図1に示すような多チャネル光路変換部品1を作製した。

【0118】作製した多チャネル光路変換部品1の光の入射端4から波長850nmのレーザ光を入射し、出射端6における光強度を測定することにより、反射面5の反射効率を測定したところ、8チャネルの平均で92%であった。また、光路の変換角度は90°であった。

【0119】なお、本実施例10では、主に8チャネルの光導波路を用いた90°の多心光路変換部品作製方法を取り上げたが、本実施例10の内容を逸脱しない範囲であれば、光路変換の角度、及び光導波路の本数は任意で構わない。また、本実施例10の作製方法は、多チャネルビームスプリッタの作製に適用してもよいことは言うまでもない。さらに、光導波路として埋込型光導波路の一例を取り上げたが、光ファイバを用いてもよいことは言うまでもない。また、光導波路の材料としては、UV硬化型エポキシ系樹脂を一例に取り上げたが、本実施例の内容を逸脱しない範囲で、ガラス等の無機材料から

高分子系光学材料まで、任意の材料を組合せても構わない。さらに、基板としてはシリコン基板の他に、ガラス基板などを用いてもよいことはいうまでもない。

【0120】また、多チャネル光導波路間を充填する液状の光学接着剤としてUV硬化型エポキシ系樹脂を一例に取り上げたが、本実施例の内容を逸脱しない範囲であれば、熱硬化型の光学接着剤などを用いてもよく、また一对の傾斜端面の接続部分が上記樹脂で保護されていれば、本実施例の内容を逸脱しない範囲で、光学接着剤以外の他の接着剤を用いてもよいことはいうまでもない。

【0121】また、基板は光導波路の研磨に影響を与えなければ、光導波路から剥離しなくてもよく、また剥離する必要のある場合には、基板と光導波路を剥離させるための犠牲層として、水溶性樹脂以外に、希塩酸によって容易に溶解する銅薄膜等を用いても構わない。

【0122】(実施例11) 本発明による実施例11は、本発明の多チャネル光路変換部品作製方法及び多チャネルビームスプリッタ作製方法のうち、多チャネル光路変換部品を作製する例について示すものである。

【0123】図12は、本実施例11の多チャネル光路変換部品の製作方法における各工程時の概略構成例を示す図である。

【0124】本実施例11の多チャネル光路変換部品は、まず、図12(a)に示すように、シリコン基板18上に膜厚3 μ mの水溶性の樹脂層19を挟んで作製された、UV硬化型のエポキシ系樹脂を材料とした下部クラッド20、コア層21、及び上部クラッド22からなる埋込型の8チャネルの直線光導波路を、幅3mm、長さ6mmに切り出して基板に垂直な側壁を作製した。前記光導波路のコア層21の屈折率は1.527、上部及び下部クラッド20、22の屈折率はいずれも1.510である。また、8チャネルのコア層21の断面形状はいずれも幅40 μ m、高さ40 μ mの矩形であり、コア間隔は250 μ mである。

【0125】次に、図12(b)に示すように、断面形状が頂角88°のV字型に加工された切削刃28を用いて、コア層21を横断する方向に前記多チャネル光導波路を切削し分断することにより、切削した溝に沿って傾斜角が45°で、かつ傾斜端面23A、23Bにおけるコアのサイズや基板裏面からコアまでの厚み等が概ね等しく、コアの間隔や形状が概ね左右対称である、一对の多チャネル光導波路17A、17Bを作製する。

【0126】続いて、図12(c)に示すように、作製した一对の多チャネル光導波路の45°の傾斜端面23A、23Bを向かい合わせ、該一对の多チャネル光導波路のコアと平行な側面を、平坦な部材に押し当てて揃え、傾斜端面におけるコア層21A、21Bのコアを横断する方向の位置合わせを概ね受動的に行い、引き続き傾斜端面接続部の先端を揃えることにより高さ方向にもコアを概ね受動的に位置合わせをしてV字型に接続す

る。

【0127】引き続き、図12(d)に示すように、コアと屈折率の等しい液状のUV硬化型光学接着剤15をV字型の隙間に充填して紫外光を照射し、前記一対の多チャンネル光導波路17A、17BをV字型に固定する。

【0128】次に、図12(e)に示すように、これを温水中に40分間浸けて水溶性の樹脂層19を溶解させ、シリコン基板18を剥離する。

【0129】その後、前記V字型の多チャンネル光導波路における接続部分の先端16を水平に研磨して除去し、反射面5を一括して形成し、図1に示すような多チャンネル光路変換部品1を作製した。

【0130】作製した多チャンネル光路変換部品1の光の入射端4から波長850nmのレーザ光を入射し、出射端6における光強度を測定することにより反射面5の反射効率を測定したところ、8チャンネルの平均で94%であった。また、光路の変換角度は90°であった。

【0131】なお、本実施例11では、主に8チャンネルの光導波路を用いた90°の多心光路変換部品作製方法を取り上げたが、本実施例11の内容を逸脱しない範囲であれば、光路変換の角度、及び光導波路の本数は任意で構わない。また、本作製方法は多チャンネルビームスプリッタの作製に適用してもよいことは言うまでもない。さらに、光導波路として埋込型光導波路の一例を取り上げたが、光ファイバを用いてもよいことは言うまでもない。また、光導波路の材料としては、UV硬化型エポキシ系樹脂を一例に取り上げたが、本実施例11の内容を逸脱しない範囲で、ガラス等の無機材料から高分子系光学材料まで、任意の材料を組合せても構わない。さらに、基板としてはシリコン基板の他に、ガラス基板などを用いてもよいことは言うまでもない。

【0132】また、多チャンネル光導波路間を充填する液状の光学接着剤として、UV硬化型エポキシ系樹脂を一例に取り上げたが、本実施例11の内容を逸脱しない範囲であれば、熱硬化型の光学接着剤などを用いてもよく、また一対の傾斜端面の接続部分が前記樹脂で保護されていれば、本実施例11の内容を逸脱しない範囲で、光学接着剤以外の他の接着剤を用いてもよいことは言うまでもない。

【0133】なお、基板は光導波路の研磨に影響を与えなければ、光導波路から剥離しなくてもよく、また剥離する必要のある場合には、基板と光導波路を剥離させるための犠牲層として、水溶性樹脂以外に、希塩酸によって容易に剥離する銅薄膜を用いても構わない。

【0134】以上の実施例1乃至11において、光導波路としては、石英系光ファイバならびにUV硬化型エポキシ樹脂からなる埋込型光導波路を用いた例を示したが、光ファイバとしては、他に例えば石英系の多成分ガラス光ファイバ、ハードクラッド石英光ファイバ、あるいはプラスチック光ファイバ等を用いてもよく、また埋

込型光導波路としては、例えば、アクリル系樹脂、ポリイミド、ポリアクリレート、ポリカーボネート、シリコン樹脂等の高分子材料や、ガラス系等の無機材料からなる光導波路等を用いてもよいことは言うまでもない。

【0135】また、光導波路を整列させ、あるいは作製する基板としては、ガラス及びシリコンを材料として例に挙げたが、前記実施例1乃至11の範囲を逸脱しない範囲であれば、セラミックスやアクリル樹脂等を材料として用いても構わない。

【0136】以上、本発明を、前記実施例に基づき具体的に説明したが、本発明は、前記実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々変更可能であることは勿論である。

【0137】

【発明の効果】本願において開示される発明のうち、代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、以下のとおりである。

【0138】本発明によれば、装置内光配線において、光配線の任意の位置に容易に挿入でき、かつ小型で高密度な光路変換が可能な多チャンネルの光路変換部品を得ることができる。

【0139】また、前記多チャンネルの光路変換部品を用いて小型で高密度な光路変換が可能な多チャンネルビームスプリッタを容易に得ることができる。

【0140】すなわち、本発明による多チャンネル光路変換部品作製方法及び多チャンネルビームスプリッタ作製方法を用いると、装置内光配線の高密度化あるいは光モジュールの高集積化に有効な光部品として期待されている小型の光路変換部品、及び多チャンネルビームスプリッタを簡易かつ高密度に作製することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による実施例1の多チャンネル光路変換部品の概略構成を示す模式図である。

【図2】本発明による実施例2の多チャンネル光路変換部品の作製方法を説明するための図である。

【図3】本発明による実施例3の多チャンネル光路変換部品の作製方法を説明するための図である。

【図4】本発明による実施例4の多チャンネル光路変換部品の作製方法を説明するための図である。

【図5】本発明による実施例5の多チャンネル光路変換部品の概略構成を示す模式図である。

【図6】本発明による実施例6の多チャンネル光路変換部品の概略構成を示す模式図である。

【図7】本実施例6の多チャンネル光路変換部品の作製方法を説明するための図である。

【図8】本発明による実施例7の多チャンネルビームスプリッタの概略構成を示す模式図である。

【図9】本発明による実施例8の多チャンネルビームスプリッタの作製方法を説明するための図である。

【図10】本発明による実施例9の多チャンネルビームス

ブリッタの作製方法を説明するための図である。

【図11】本発明による実施例10の多チャネル光路変換部品の作製方法を説明するための図である。

【図12】本発明による実施例11の多チャネル光路変換部品の作製方法を説明するための図である。

【図13】従来の光路変換方法を示す模式図である。

【図14】従来の別の光路変換方法を示す模式図である。

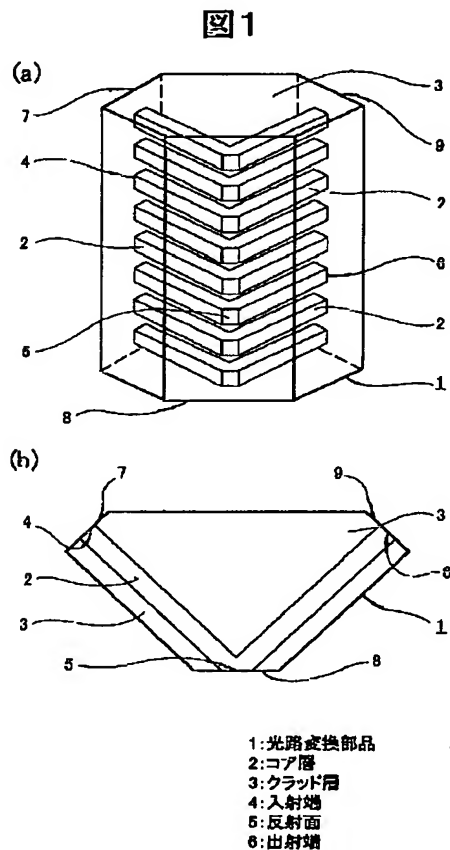
【図15】曲がり光導波路を用いた光路変換方法を示す模式図である。

【符号の説明】

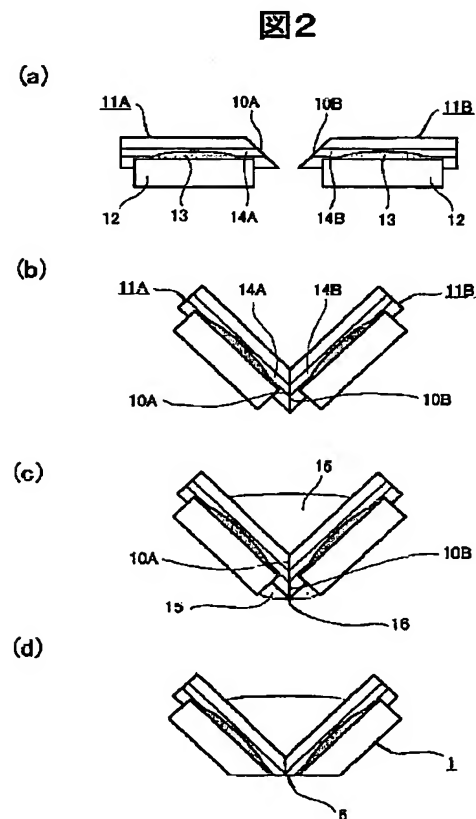
1, 1A, 1B…光路変換部品(多チャネル光路変換部品)、2…曲がり光導波路のコア層、3…クラッド層、4…入射端、5, 5A, 5B…反射面、6…反射光の出射端、7…入射端が並列した平面、8…反射面が並列した平面、9…出射端が並列した平面、10, 10A, 1

0B…傾斜端面、11, 11A, 11B…マルチモード光ファイバ、12…ガラスブロック、13…接着剤、14A, 14B…光ファイバのコア層、15…光学接着剤、16…先端部、17, 17A, 17B…多チャネル光導波路、18…シリコン基板、19…水溶性の樹脂層、20, 20A, 20B…下部クラッド、21, 21A, 21B…コア層、22, 22A, 22B…上部クラッド、23, 23A, 23B…傾斜端面、24…三角柱状のガラスブロック、25, 25A, 25B…金薄膜、26…多チャネルビームスプリッタ、27…透過光の出射端、28…切削刃、30…プラスチック光ファイバ、31…面型光素子、32…実装基板、33…半円柱状部材、34…コア層、35…クラッド層、36…傾斜端面、37…面発光レーザ、38…レーザ光、39…基板、40…クラッド層。

【図1】

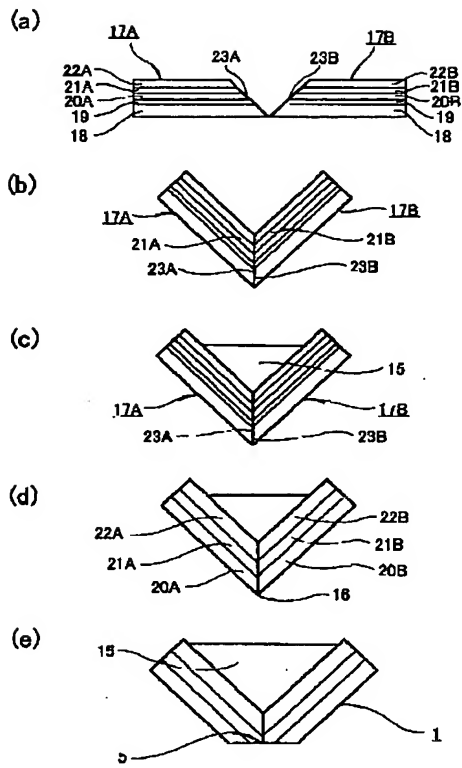


【図2】



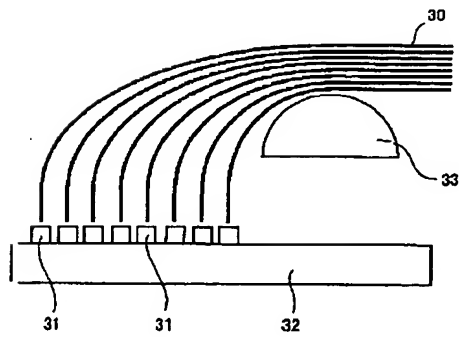
【图3】

图3



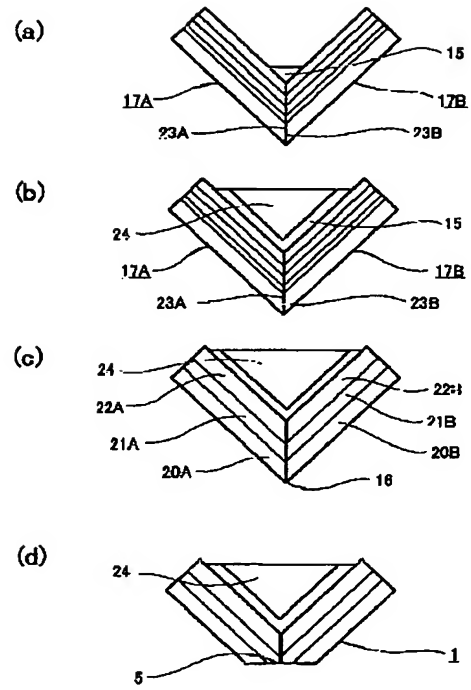
【图13】

图13



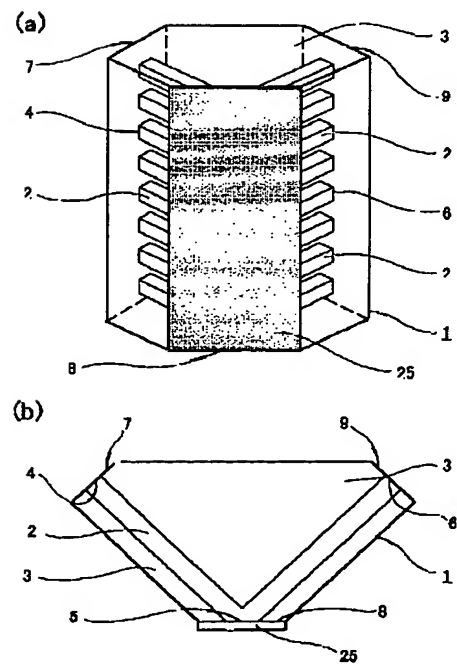
【图4】

图4

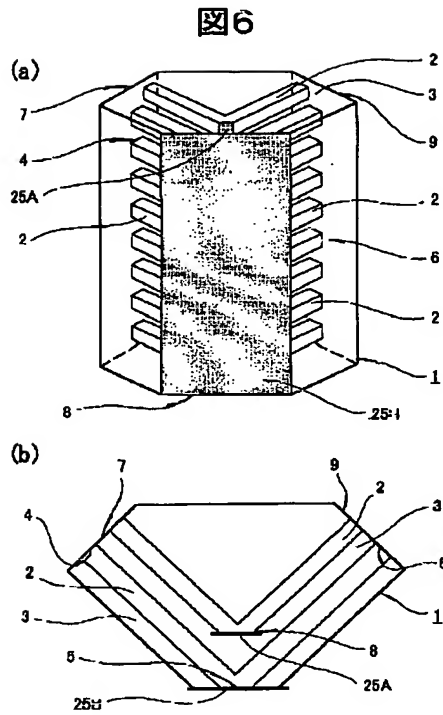


【图5】

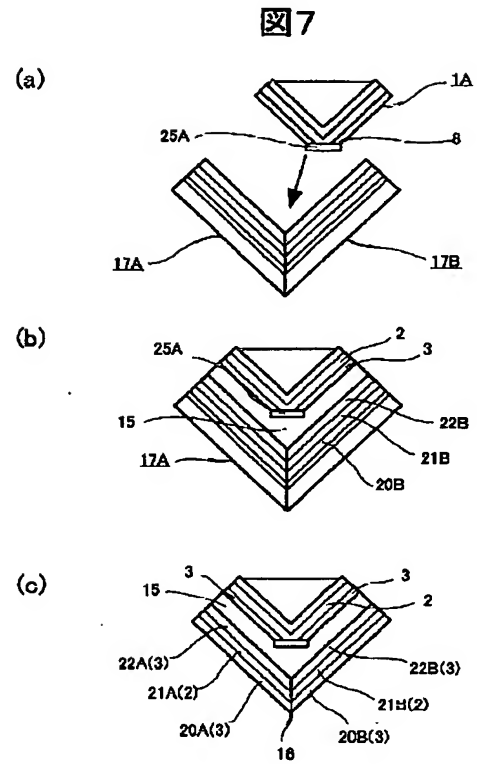
图5



【圖6】

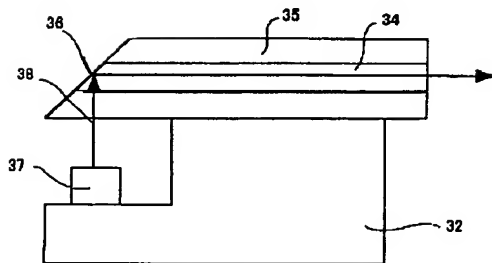


【圖7】



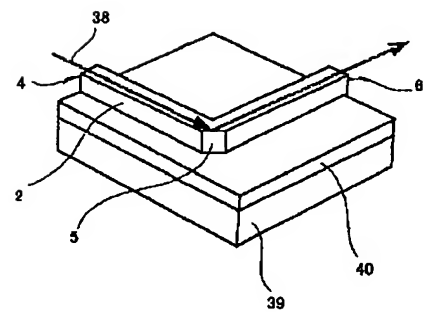
【圖14】

圖14



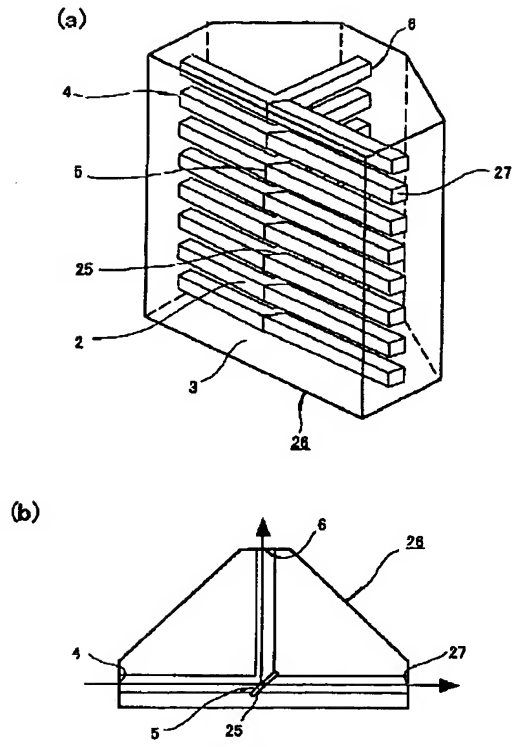
【圖15】

圖15



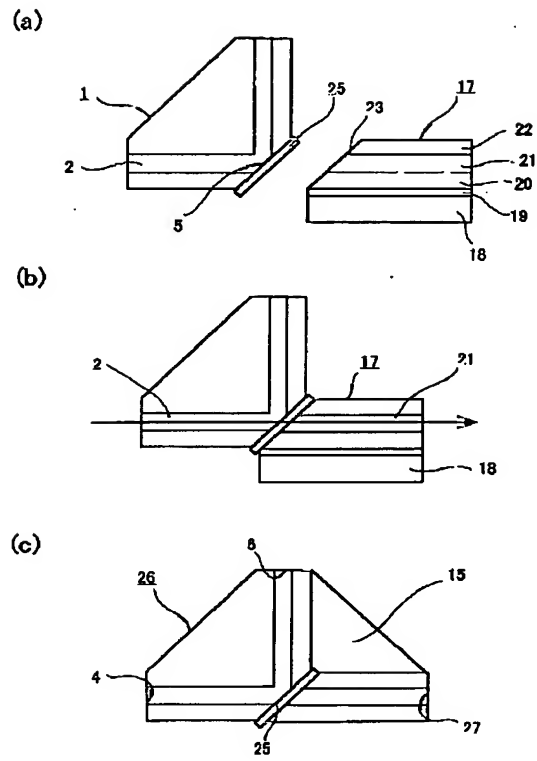
【図8】

図8



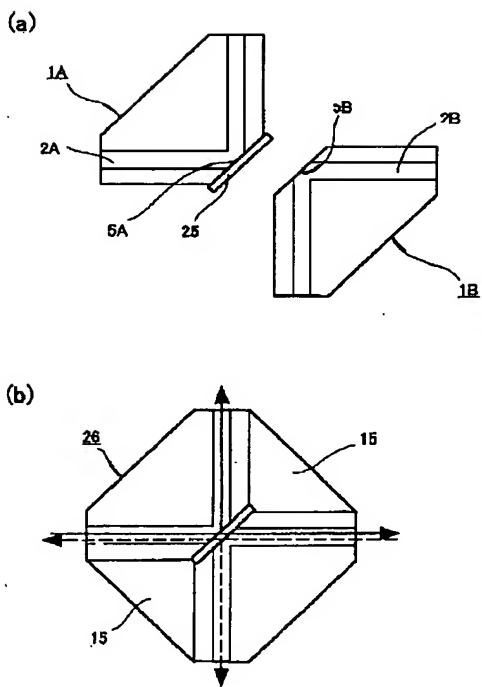
【図9】

図9



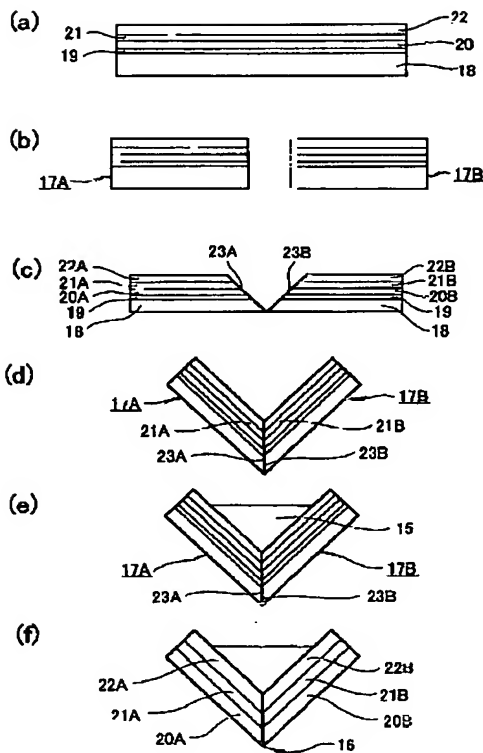
【図10】

図10



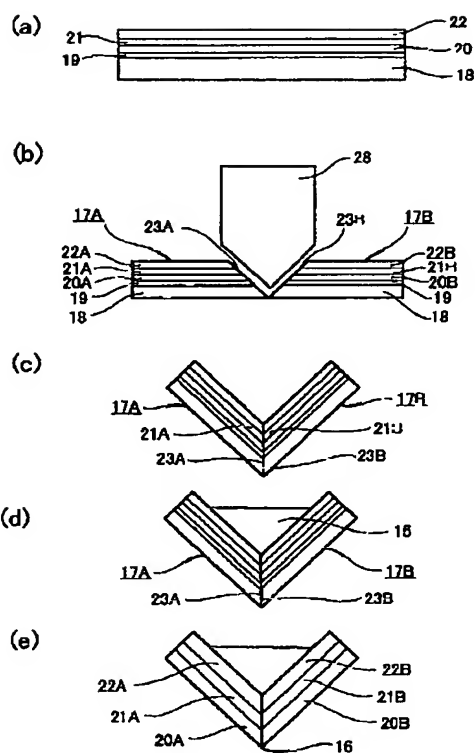
【図11】

図11



【図12】

図12



フロントページの続き

(72)発明者 新井 芳光
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

(72)発明者 安東 泰博
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内
Fターム(参考) 2H047 KA03 KA12 KB01 KB03 KB08
LA09 QA04 QA05 RA00 TA04
2H050 AB03Z AB42Z AC01 AC81

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.